

香菇培养料主要营养物质吸收利用规律与产量和产品品质的相关性分析

张桂香, 杨建杰, 刘明军, 耿新军

(甘肃省农业科学院蔬菜研究所, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 以 L808 为试验菌株, 研究了香菇不同生育阶段培养料中碳、氮吸收利用规律与 5~15、10~20、15~25、10~30 ℃(自然常温)4 个温度区间香菇产量及品质(蛋白质、可溶性糖、纤维素)的相关性。结果表明, 在 10~20 ℃温度区间香菇产量最高, 5~15 ℃温度区间香菇品质最好。随着香菇生长阶段的推移和出菇潮次的增加, 香菇培养料中碳的含量呈现逐渐降低趋势, 且与香菇产量和品质相关性极为密切, 相关系数达极显著水平; 香菇产量和香菇中蛋白质、可溶性糖含量越高的温度区间内, 培养料中碳的含量下降幅度也较大。培养料中氮的含量则呈现先升高而后逐渐降低的趋势, 香菇中蛋白质含量较高的温度区间内, 培养料中氮含量降幅相对也较大, 相关系数达显著水平。

关键词: 香菇; 培养料; 碳; 氮; 产量; 品质; 相关性

中图分类号: S646.1

文献标志码: A

文章编号: 1001-1463(2022)01-0081-05

[doi:10.3969/j.issn.1001-1463.2022.01.019](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1463.2022.01.019)

Correlation Analysis between Absorption and Utilization of Main Nutrients with Yield and Product Quality in *Lentinusedodes*

ZHANG Guixiang, YANG Jianjie, LIU Mingjun, GENG Xinjun

(Institute of Vegetable, Gansu Academy of Agricultural Sciences, Lanzhou Gansu 730070, China)

Abstract: By using L808 as test strains, correlation between the utilization of carbon and nitrogen in the culture material of *lentinusedodes* at different growth stages and the yield as well as quality (protein, soluble sugar, cellulose) of *lentinusedodes* which grow at 4 different temperature ranges as 5~15、10~20、15~25 and 10~30 ℃ (natural temperature) were analyzed. The results showed that the yield of shiitake mushrooms was the highest in the temperature range of 10~20 ℃, and the quality of shiitake mushrooms was the best in the temperature range of 5~15 ℃. With the passage of *lentinusedodes* growth stage and the increase of edodes emergence tide, the content of carbon in *lentinusedodes* culture material decreased gradually, and the correlation coefficient was extremely significant with the yield and quality of *lentinusedodes*. In the temperature range where the yield, protein content and soluble sugar content were higher, the carbon content in the growing materials also decreased significantly. The nitrogen content in the cultivation materials showed a trend that it increased in the initial period and then gradually decreased. In the temperature range where the protein content in the product was higher, the nitrogen content in the cultivation materials decreases relatively, and the correlation coefficient reaches a significant level.

Key words: *Lentinusedodes*; Cultivation materials; Carbon element; Nitrogen element; Yield; Product quality; Correlation

香菇(*Lentinus edodes*)是世界第二大食用菌,也是我国著名的食用菌之一,被誉为“菇中皇后”,兼具食用和药用价值,是目前市场上主要的食用菌品种之一^[1-2]。香菇是一种木腐菌,栽培基质主要为阔叶树木屑,终身依靠菌丝分泌各种酶分解基质中的木质纤维素,吸收碳、氮以及矿物质元素等作为自身生长发育物质^[3-6],并在生长发育

过程中,受温度、湿度、光照、空气、酸碱度等环境条件的影响。温度是香菇生长发育最活跃的因子,适宜的温度是香菇正常生长发育的重要条件^[4-6]。香菇在新陈代谢过程中所发生的物理和化学变化,均受到温度变化的影响,特别是在原基分化和子实体发育阶段对温度的反应非常敏感^[7-8],在不同温度条件下,香菇菌丝体分解、吸收和储

收稿日期: 2021-11-22

基金项目: 甘肃省农业科学院创新专项(2017GAAS32); 甘肃省民生项目“康县食用菌提质增效栽培技术集成示范”。

作者简介: 张桂香(1964—),女,甘肃金塔人,研究员,主要从事食用菌栽培技术研究工作。Email: zhanggx2008@sina.com。

存培养料中营养物质的能力也有一定差异,从而造成了营养环境的差异,进而影响到香菇栽培产量和产品品质的巨大差异^[7-8]。

为了探究不同出菇温度下香菇不同生育阶段培养料主要营养物质(碳、氮)吸收利用规律及其对香菇产量和品质的影响,我们以生产上广泛应用的 L808 为试验菌株,通过对 5~15、10~20、15~25、10~30℃(自然常温)4 个温度区间香菇产量和不同生育阶段栽培原料和产品主要营养物质的检测分析,研究不同温度条件下香菇培养料营养物质的吸收利用转化规律与香菇产量、品质变化的相关性规律,探索优质菇培育技术,为香菇的高效栽培奠定基础。

1 材料与方法

1.1 供试材料

供试香菇菌株为目前甘肃省香菇主栽品种 L808,引自上海农业科学院食用菌研究所。栽培料配方为梨树枝木屑 81%、麸皮 18%、石膏 1%。栽培料含水量为 600 g/kg。

1.2 试验方法

1.2.1 试验设计与菌袋制作 试验在甘肃省农业科学院蔬菜所兰州食用菌研究中心控温菇房进行。出菇温度设置 5~15、10~20、15~25、10~30℃(自然常温)4 个温度区间。

栽培袋采用 17 cm × 33 cm × 0.005 cm 的聚丙烯折角袋,每袋装干料 0.5 kg,共计 141 袋,其中 9 袋分别供灭菌后、菌丝满袋和菌丝转色后取样,其余 132 袋供菌袋菌丝长满转色后用于出菇测产。同一条件下常规接种培养。待菌袋菌丝长满并完全转色后脱袋,置于不同温度区间进行出菇管理,出菇室相对湿度保持在 85%。每间菇房每个处理放置菌袋 33 袋(其中 24 袋用于生育期、产量、商品性观测,9 袋用于各潮次菇取样分析),每重复

11 袋,重复 3 次。随机区组试验设计,常规管理出菇。

1.2.2 检测项目与方法 取拌料后、灭菌后、菌丝满袋、菌袋转色后及 5~15、10~20、15~25、10~30℃(自然常温)4 个温度区间下第一潮、第二潮、第三潮菇出菇后原料,每处理取 3 袋,每重复各取 1 袋,混匀晾干备用。对应记载 4 个温度区间取样菌袋各潮次菇产量,并取第一潮、第二潮、第三潮菇产品各 0.50 kg,每重复各取 0.17 kg,测定产品干品蛋白质、可溶性总糖、粗纤维等主要营养成分。统计分析前三潮菇产量及生物学转化效率采用软件 DPSv7.05 对试验数据进行计算和分析。

生物学效率/%=(鲜菇重量/原料风干重)×100;

全碳、全氮采用自动定氮仪(ZXS-73)测定(NY/T2419—2013),蛋白质利用海能 K9840 半自动定氮仪采用凯氏定氮法测定(GB 5009.5—2016),粗纤维采用酸碱洗涤法测定(GB/T 5009.10—2003),可溶性糖采用直接滴定法(GB 5009.7—2016)测定。

2 结果与分析

2.1 不同生育阶段培养料营养物质吸收利用规律

2.1.1 碳吸收利用规律 从表 1 可以看出,在 4 个温度区间,菌丝满袋、转色和出菇后原料中的碳含量均呈现逐渐降低趋势。与拌料后相比,菌丝满袋后降低 2.97%,转色后降低 3.16%,一潮菇后平均降低 6.34%,二潮菇后平均降低 7.60%,三潮菇后平均降低 10.44%。4 个温度区间,以 5~15℃和 10~20℃这 2 个较低温度区间三潮菇后碳素下降幅度最大,分别降低 11.48%和 11.93%;10~30℃(自然常温)和 15~25℃这 2 个温度区间降低幅度较小,分别降低 9.33%和 8.97%。

表 1 不同温度条件下各生育阶段培养料碳含量变化

温度区间 /℃	碳含量/%						
	拌料后	灭菌后	菌丝满袋	转色后	一潮菇后	二潮菇后	三潮菇后
5~15	41.82	41.87	40.58	40.50	38.67	38.29	37.02
10~20	41.82	41.87	40.58	40.50	38.43	38.15	36.83
15~25	41.82	41.87	40.58	40.50	39.94	39.13	38.07
10~30(自然常温)	41.82	41.87	40.58	40.50	39.64	38.96	37.92

2.1.2 氮吸收利用规律 从表2可以看出,随菌丝的生长和菌体蛋白的逐渐增加,培养料中氮的含量呈现先升高而后逐渐降低的趋势。一潮菇时升至最高,平均升高24.56%,之后缓慢下降,二潮菇后较一潮菇平均降低11.90%,三潮菇后较一潮菇平均降低17.25%。4个温度区间,10~20℃和15~25℃这2个温度区间三潮菇后氮含量降低幅度较小,分别降低10.42%和9.29%;10~30℃(自然常温)和5~15℃这2个温度区间降低幅度较大,分别降低15.49%和13.38%。

2.2 碳、氮吸收利用与香菇产量分布规律

香菇的产量与培养料中碳源、氮源物质的吸收利用密切相关。随着香菇生长阶段的推移和出菇潮次的增加,香菇培养料中碳含量呈现逐渐降低趋势,产量越高,碳含量降低越明显。在10~20℃温度区间产量最高,前三潮菇生物学转化率62.88%(表3),菌袋培养料中,碳含量下降也最多,较拌料时下降11.96%。在此温度区间产量最为集中的第三潮菇的碳含量下降最多。

香菇培养料中的氮含量在整个生育阶段总体均呈现先升高后降低的趋势,而在出菇阶段则呈现逐渐降低趋势,产量越高,氮的含量降低越小。在10~20℃温度区间产量最高,但氮含量降低幅度却最小,三潮菇后较一潮菇降低了10.42%;在10~30℃(自然常温)下产量最低,前三潮菇生物学转化率仅为23.85%(表3),但氮含量降低幅度却最大,三潮菇后较一潮菇降低了15.49%。

表2 不同温度条件下各生育阶段培养料氮含量变化

温度区间/℃	氮含量/%						
	拌料后	灭菌后	菌丝满袋	转色后	一潮菇后	二潮菇后	三潮菇后
5~15	1.14	1.14	1.14	1.39	1.42	1.33	1.23
10~20	1.14	1.14	1.14	1.39	1.44	1.39	1.29
15~25	1.14	1.14	1.14	1.39	1.40	1.38	1.27
10~30(自然常温)	1.14	1.14	1.14	1.39	1.42	1.32	1.20

表3 不同温度条件下香菇各潮次菇产量分布规律

温度区间/℃	转化率/%				占比/%			
	一潮菇	二潮菇	三潮菇	三潮菇合计	一潮菇	二潮菇	三潮菇	三潮菇合计
5~15	12.18	17.17	31.13	60.48	20.14	28.39	51.47	100
10~20	6.58	32.58	23.66	62.88	10.46	51.81	37.63	100
15~25	2.00	16.42	18.38	36.80	5.43	44.62	49.95	100
10~30(自然常温)	0	11.58	12.27	23.85	0	48.55	51.45	100

2.3 香菇品质的各指标变化规律

2.3.1 蛋白质含量的变化规律 从表4可以看出,随出菇潮次的增加,香菇中的蛋白质含量均呈现先升高再降低的态势。三潮菇中普遍以第二潮菇蛋白质含量高,分别较第一潮菇5~15、10~20、15~25、10~30℃(自然常温)处理增加8.46%、7.72%、8.58%、7.42%;较第三潮菇5~15、10~20、15~25、10~30℃(自然常温)处理增加7.52%、23.79%、9.70%、10.16%。出菇温度越低,菇体蛋白质含量越高,5~15℃温度区间菇体蛋白质含量分别较10~20、15~25、10~30℃(自然常温)温度区间增加2.52%、13.10%、18.26%。随出菇温度的升高,菇体蛋白质含量呈现逐渐降低的态势,平均最大降幅15.44%。

表4 不同温度下前三潮菇香菇产品蛋白质含量变化

温度区间/℃	蛋白质含量/(g/kg)			
	一潮菇	二潮菇	三潮菇	平均
5~15	2.92b	3.19a	2.43c	2.85
10~20	2.87b	3.11a	2.37c	2.78
15~25	2.45b	2.68a	2.42b	2.52
10~30(自然常温)	2.37b	2.56a	2.30b	2.41

2.3.2 可溶性糖含量的变化规律 从表5可以看出,随香菇生长阶段的推移和出菇潮次的增加,香菇培养料中的碳含量和香菇中可溶性糖含量均呈现逐渐降低趋势,产量越高,培养料中的碳含量和香菇中的可溶性糖含量降低越明显。在4个温度区间菇体可溶性糖含量均以第一潮菇最高,随出菇潮次的增加,在5~15、10~20、15~25℃

这3个可控的出菇温度区间, 菇体可溶性糖含量呈现逐渐降低的态势。在5~15℃较低出菇温度区间, 降低幅度较小, 第二潮、第三潮菇可溶性糖含量分别较第一潮菇降低7.50%、20.0%, 差异不显著; 在10~20、15~25℃出菇温度区间降低幅度较大, 第二潮菇可溶性糖含量分别较10~20、15~25℃温度区间降低31.11%、35.00%; 第三潮菇可溶性糖含量分别较10~20、15~25℃温度区间降低33.33%、45.00%, 差异达显著水平。

表5 不同温度下前三潮菇香菇可溶性糖含量变化

温度区间 /℃	可溶性糖含量/(g/kg)			
	一潮菇	二潮菇	三潮菇	平均
5~15	4.0a	3.7a	3.2a	3.6
10~20	4.5a	3.1b	3.0b	3.5
15~25	4.0a	2.6b	2.2b	2.9
10~30(自然常温)	3.9a	3.3b	3.5b	3.6

2.3.3 纤维素含量的变化规律 从表6可以看出, 随出菇潮次的增加香菇产品中纤维素含量基本呈现先略升高再大幅降低的态势。4个温度区间的第二潮菇较第一潮菇平均升高7.14%, 较第三潮菇平均降低了42.86%。

表6 不同温度下前三潮菇香菇粗纤维的含量

温度区间 /℃	粗纤维含量/(g/kg)			
	一潮菇	二潮菇	三潮菇	平均
5~15	14.0a	16.0a	8.0b	12.7
10~20	14.0a	14.0b	9.0a	12.3
15~25	13.0a	15.0a	7.0c	11.7
10~30(自然常温)	13.0a	10.0c	9.0a	10.7

2.4 碳、氮含量与香菇产量及香菇品质的相关性分析

经对栽培料中碳、氮含量与香菇产量及香菇品质的相关性分析结果(表7)可以看出, 香菇产量与培养料中氮含量呈显著正相关, 相关系数达到0.578; 香菇中蛋白质含量与培养料中碳含量呈极显著负相关, 相关系数达到-0.758, 而与培养料中氮的含量呈显著正相关, 相关系数达到0.609;

表7 培养料碳、氮含量与产量、品质间相关性分析^①

因子	碳	氮	蛋白质	粗纤维	可溶性糖	产量
碳	1	-0.429	-0.758**	-0.570	-0.814**	-0.871**
氮		1	0.609*	0.568	0.564	0.578*
蛋白质			1	0.956**	0.993**	0.879**
粗纤维				1	0.921**	0.810**
可溶性糖					1	0.890**
产量						1

① * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$ 。

香菇中可溶性糖含量与培养料中碳极显著负相关, 相关系数达到-0.814, 而与氮相关性不显著; 香菇中粗纤维含量与培养料中碳含量呈负相关, 与氮含量呈正相关, 但相关性不显著。

3 结论

研究表明, 在试验的4个出菇温度区间, 以10~20℃温度区间香菇产量最高, 5~15℃温度区间香菇品质最好。香菇在生长发育的不同阶段对培养料中碳源和氮源物质的吸收利用是有一定规律的。随着香菇生长阶段的推移和出菇潮次的增加, 香菇培养料中碳的含量呈现逐渐降低趋势, 且在产量较高、香菇中蛋白质含量和可溶性糖含量较高的10~20℃和5~15℃这2个温度区间碳的含量下降幅度较大。培养料中氮的含量由于菌体蛋白的积累和增加则呈现先升高而后逐渐降低的趋势, 在香菇中蛋白质含量较大的温度区间, 培养料中氮的含量降幅相对较大。经相关性分析, 香菇产量、香菇中的蛋白质含量、可溶性糖含量与培养料中碳含量相关性最为显著, 相关系数分别达到了极显著水平, 相关系数分别为0.871、0.758、0.814; 香菇产量、香菇中的蛋白质含量与培养料中氮含量相关性达到了显著水平, 相关系数分别为0.578、0.609。

研究还表明, 在10~20℃温度区间香菇产量最高, 但在5~15℃温度区间香菇的蛋白质含量、可溶性糖含量最高, 香菇品质最好。但随着出菇温度的升高, 香菇品质有下降趋势。说明在一定范围内, 低温是提高香菇品质的重要因素。

本研究中, 随香菇生长阶段的推移和出菇潮次的增加, 香菇培养料中碳含量呈现逐渐降低趋势, 而氮素含量则呈现先升高后降低趋势, 这是由于香菇在不同生长发育阶段对营养条件的要求不同。菌丝体的营养生长期是香菇营养物质积累、合成和转化的重要阶段, 由于菌体蛋白的影响, 培养料中的氮含量呈现先升高后降低趋势, 随着出菇潮次的增加, 子实体逐渐吸收和消耗培养料中碳、氮等营养物质, 故呈现下降趋势^[2]。

本试验仅研究了5~15、10~20、15~25、10~30℃(自然常温)4个不同温度区间香菇培养料前三潮菇主要营养物质(碳、氮)吸收利用规律

华池县古树名木资源调查

徐保平, 马文艳, 王泽宪, 张富涛, 唐庆, 张彦江, 刘杰

(甘肃子午岭林业管理局华池分局, 甘肃 华池 745600)

摘要: 以2011—2014年庆阳市古树名木普查数据为基础, 对华池县古树名木的物种组成、分布特点、生长状况、权属、保护等级以及保护现状进行了分析。结果发现, 华池县共有古树名木56株, 其中名木2株, 古树群落1处, 分属8科11属11种, 其中以侧柏最多, 占总数的48.2%。华池县古树名木的生存状况堪忧, 生长环境较差, 保护难度大。

关键词: 古树名木; 华池县; 资源; 调查; 保护现状; 保护建议

中图分类号: S646.1

文献标志码: A

文章编号: 1001-1463(2022)01-0085-04

[doi:10.3969/j.issn.1001-1463.2022.01.020](https://doi.org/10.3969/j.issn.1001-1463.2022.01.020)

The Investigation of Ancient and Famous Trees Resources in Huachi County of Gansu Province

XU Baoping, MA Wenyan, WANG Zexian, ZHANG Futao, TANG Qing, ZHANG Yanjiang, LIU Jie

(Gansu Ziwuling Forestry Administration Huachi Branch, Huachi Gansu 745600, China)

Abstract: Based on the census data of ancient and famous trees in Qingyang city from 2011 to 2014, the species composition, distribution characteristics, growth status, ownership, protection grade and conservation status of ancient and famous trees in Huachi county were analyzed. The results showed that there were 56 ancient and famous trees in Huachi county, including 2 famous trees and 1 ancient tree community, belonged to 8 families, 11 genera and 11 species. Among them, *Platycladus orientalis* was the largest, accounting for 48.2% of the total number of ancient trees. The living condition of ancient and famous trees in Huachi county is worrying, the growing environment is poor, and it is difficult to protect ancient and famous trees.

Key words: Ancient and famous tree; Huachi county; Resource characteristics; Investigate; conservation status; Conservation countermeasure

古树是指树龄在100年以上的树木或群落, 名木是指珍贵稀有树木或者是历史名人栽植, 亦

收稿日期: 2021-10-28; 修订日期: 2021-11-20

作者简介: 徐保平(1977—), 男, 甘肃合水人, 林业助理工程师, 主要从事林业资源管护工作。Email: 322516174@qq.com。

通信作者: 马文艳(1986—), 女, 甘肃华池人, 林业工程师, 硕士, 主要从事森林经理、种苗培育等相关工作。Email: 913041915@qq.com。

与香菇产量和香菇中蛋白质含量、可溶性糖含量和纤维素含量相关性规律, 关于营养元素和营养成分的分析有待进一步研究, 以期为深入研究香菇的营养生理奠定基础。

参考文献:

- [1] 任金萍, 赫嘉伟. QuEChERS-气相色谱串联质谱法测定香菇中13种农药残留[J]. 甘肃农业科技, 2021, 52(9): 46-50.
- [2] 张桂香, 杨建杰, 刘明军, 等. 不同出菇温度下香菇各潮次菇产品的品质变化[J]. 甘肃农业科技, 2020(10): 28-31.
- [3] 柴美清, 张锁峰, 李青, 等. 栽培基质对香菇菌丝

生长及菌棒养分含量的影响[J]. 中国食用菌, 2017, 36(1): 24-27.

- [4] 黄年来. 中国香菇栽培学[M]. 上海: 上海科学技术文献出版社, 1994: 226-229.
- [5] 黄年来, 林志彬, 陈国良, 等. 中国食用菌学[M]. 上海: 上海科学技术文献出版社, 2010: 1248-1252.
- [6] 罗信昌, 陈士瑜. 中国菇业大典[M]. 北京: 清华大学出版社, 2010: 618-622.
- [7] 黄书文, 刘爱, 吴建雄. 不同培养温度对香菇生殖生长的影响[J]. 中国食用菌, 2014, 33(4): 65-66.
- [8] 李文武, 薛菲菲, 周建方. 香菇生长对温度要求及调控措施[J]. 食用菌, 2013(2): 51-52.